

中国可再生能源学会标准

T/CRES0006-2020

风力发电机组 运行维护人员技能评价

Personnel skill evaluation specification for operation and
maintenance of wind turbine generator systems

2020-04-15 发布

2020-05-01 实施

中国可再生能源学会

发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	1
4.1 目标	2
4.2 资质要求	2
5 职业技能鉴定	2
5.1 职业技能等级	2
5.2 职业环境条件	2
5.3 职业能力特征	2
5.4 普通受教育程度	2
5.5 职业技能培训	2
5.6 职业技能鉴定要求	3
6 一般要求	4
6.1 职业道德	4
6.2 基础知识	5
7 技能要求	6
7.1 总则	6
7.2 五级运维师/初级	6
7.3 四级运维师/中级	10
7.4 三级运维师/高级	14
7.5 二级运维师/技师	18
7.6 一级运维师/高级技师	20
8 权重表	22
8.1 理论知识权重表	22
8.2 技能要求权重表	23

前 言

本标准按照 GB/T1.1-2009 给出的规则起草。

本标准的某些内容有可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国农业机械工业协会风力机械分会、北京优利康达科技股份有限公司、东方电气风电有限公司联合提出。

本标准由中国可再生能源学会（T/CRES）归口及发布。

本标准起草单位：北京优利康达科技股份有限公司、中国农业机械工业协会风力机械分会、中国大唐新能源股份有限公司、中节能风力发电股份有限公司、华电福新能源股份有限公司、华润电力中西大区新能源运维公司、国家电力投资集团有限公司、国华能源投资有限公司、华能新能源股份有限公司、新疆金风科技股份有限公司、远景能源（江苏）有限公司、明阳智慧能源集团股份公司、上海电气风电集团有限公司工程服务分公司、北京国电思达科技有限公司、重庆海装风电工程技术有限公司、湘电风能（内蒙古）有限公司、浙江运达风电股份有限公司、东方电气风电有限公司、锐源风能技术有限公司、广东省风力发电有限公司、上海电力实业有限公司、上海绿色环保能源有限公司、中外天利（北京）风电科技有限公司、德力佳传动科技（江苏）有限公司、北京鉴衡认证中心、莱茵检测认证服务（中国）有限公司、工标咨询（北京）有限公司。

本标准主要起草人：王科琪、董万里、张庆运、张军辉、胡万明、张瑞君、张伟、方文胜、朱骏、罗文武、忻建敏、黄宜森、陈国明、曾买德、陈康生、王明军、丁伟奇、李秋鹏、张国勇、王朝阳、程人杰、张凯、庄严。

风力发电机组 运行维护人员技能评价

1 范围

本标准规定了风力发电机组（以下简称“风电机组”）运行维护人员（以下简称“运维人员”）的职业技能等级划分及评价规则。

本标准适用于陆上和海上风力发电机组运维人员的技能评价。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 25385 风力发电机组 运行及维护要求

GB/T 2900.53 电工术语 风力发电机组

GB/T 32128 海上风电场运行维护规程

GB 5082 起重吊运指挥信号

GB 6067.1 起重机安全规程 第一部分：总则

DL/T 666 风力发电场运行规程

DL/T 797 风力发电场检修规程

3 术语和定义

GB/T 2900.53 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

风力发电机组运维师 Operation and maintenance engineer for WTGS

从事风电机组的定期维护、故障诊断与维修、大部件更换、状态检测与分析等作业的人员。

3.2

人员技能评价 Personnel skill evaluation

依据本标准对风电机组运维人员的工作技术能力进行等级评价的过程。

3.3

状态检测与分析 On-site status monitoring and analysis of WTGS

风电机组在运行期间，对风电机组进行的巡检、参数测量或数据采集工作，并通过对采集数据或者风电机组运行数据的分析，给出风电机组状态或者其子系统健康状态评估报告的过程。

3.4

大部件 Major parts of WTGS

风电机组在维修过程中，需要使用起重设备更换的风电机组部件，如叶片、轮毂、变桨轴承、主轴、偏航轴承、增速齿轮箱、发电机等。

4 总则

4.1 目标

- 4.1.1 规范风力发电行业风电机组运维人员的职业技能，确保风电机组运维工作的安全开展。
- 4.1.2 提升风电机组运行维护队伍的专业化水平，保证风电机组的运行质量良好。
- 4.1.3 确保运维人员具备全面、系统的运行维护操作技术能力，保证风电机组的发电能力。
- 4.1.4 规范对风电机组运维服务人员的资格审查、能力认证与监督管理，实现风电机组运行维护人员的可追溯。
- 4.1.5 用于风力发电行业用工单位选择或衡量运维人员技术能力水平的参考。
- 4.1.6 用于确定运维人员技术技能培训内容的目标参考。

4.2 资质要求

- 4.2.1 运维人员应取得国家相关部门核发的全国通用的“高处安装、维护、拆除作业证”和“低压电工操作证”，按照实际工作需求取得国家相关部门核发的“高压电工操作证”、“起重指挥司索工证”、“焊工与热切割证”等。
- 4.2.2 从事海上风电机组作业的运维人员应取得海上作业安全培训合格证书，包含：船舶消防、海上急救、救生筏操纵、海上求生四项培训内容。

5 职业技能鉴定

5.1 职业技能等级

风力发电机组运维师（以下简称“本职业”）共设五个等级，由低到高分别为：五级运维师/初级，四级运维师/中级，三级运维师/高级，二级运维师/技师，一级运维师/高级技师。

5.2 职业环境条件

本职业从业人员所处的工作环境：室外，高空，高温，低温，潮湿，噪声，粉尘，其他条件。

5.3 职业能力特征

本职业从业人员具有学习能力和分析、推理、判断的能力；表达能力、计划能力；手指灵活性和手臂灵活性、动作协调性；无妨碍从事本职业工作的疾病和生理缺陷以及疾病史，包括癫痫、高血压、恐高症、色盲症等。

5.4 普通受教育程度

从业人员初入本职业时应具备的最低学历要求为：高中毕业（或同等学历）。

5.5 职业技能培训

5.5.1 培训时限

脱产或在线专业培训，根据其培养目标确定晋级培训学时：

- a) 五级运维师/初级不少于 400 标准学时；
- b) 四级运维师/中级不少于 320 标准学时；
- c) 三级运维师/高级不少于 240 标准学时；

- d) 二级运维师/技师不少于 160 标准学时；
- e) 一级运维师/高级技师不少于 80 标准学时。

5.5.2 培训教师

具有对应专业技术能力的人员可被聘请为培训教师。高级别运维师可作为培训教师培训低级别人员，三级运维师/高级、二级运维师/技师、一级运维师/高级技师具备培训教师资格。

5.5.3 培训场地设备

应具备满足培训需要的场所，配备相应的培训教具和设施设备。理论培训场地内光线、通风、卫生条件良好，实际操作场地需要满足本职业要求的仿真实训平台。

5.6 职业技能鉴定要求

5.6.1 申报条件

5.6.1.1 具备以下条件之一者，可申报五级运维师/初级：

- a) 经本职业五级运维师/初级应具备的相关技能培训达到规定标准学时，完成培训内容并考核合格，且连续从事本职业工作 6 个月以上；
- b) 累计从事本职业或相关职业工作 1 年（含）以上。其相关职业包括：电气设备、机械设备和液压设备的设计、制造、安装、调试及维修、操作等职业。

5.6.1.2 具备以下条件之一者，可申报四级运维师/中级：

- a) 经本职业四级运维师/中级相关技能培训达到规定标准学时并考核合格，且累计从事本职业 1 年（含）以上；
- b) 取得本职业五级运维师/初级技能等级证书，且累计从事本职业工作 1 年以上；
- c) 累计从事本职业工作或相关职业工作 3 年（含）以上。

5.6.1.3 具备以下条件之一者，可申报三级运维师/高级：

- a) 取得本职业四级运维师/中级技能等级证书或相关职业四级职业资格证书，经本职业三级运维师/高级相关技能培训达到规定标准学时并考核合格，且累计从事本职业工作 3 年（含）以上；
- b) 取得本职业四级运维师/中级技能等级证书或相关职业四级职业资格证书，且累计从事本职业或相关职业工作 4 年（含）以上；
- c) 具有大专及以上学历本专业或相关专业毕业证书，并取得本职业或相关职业初级职称资格证书，累计从事本职业或相关职业工作 3 年（含）以上。

5.6.1.4 具备以下条件之一者，可申报二级运维师/技师：

- a) 取得本职业三级运维师/高级技能等级证书或相关职业技师职业资格证书，经本职业二级运维师/技师相关技能培训达到规定标准学时并考核合格，且累计从事本职业工作 5 年以上；
- b) 取得本职业三级运维师/高级技能等级证书或者相关行业高级工职业资格证书后，累计从事本职业或相关职业工作 2 年及以上（本科）、3 年及以上（大专）、4 年及以上（高中）以上；
- c) 具有大专及以上学历本专业或相关专业毕业证书，并取得本职业或相关职业中级职称资格证书，累计从事本职业或相关职业工作 4 年（含）以上。

5.6.1.5 同时具备以下条件者，可申报一级运维师/高级技师：

- a) 取得本职业二级运维师/技师技能等级证书后，经本职业一级运维师/高级技师相关技能培训达到规定标准学时并考核合格，且累计从事本职业工作 4 年以上；
- b) 在行业专业刊物发表风电机组运维相关专题论文 2 篇及以上，作者位次在前 2 位；

- c) 取得 2 项及以上国家专利（其中至少在一项专利中作为第一发明人），或者获得行业技术改造成果奖或技术能手奖。

5.6.2 鉴定方式

对所有等级运维师的鉴定方式都包含理论知识考试、技能操作考核。理论知识考试采用闭卷笔试或计算机考试方式，考核运维师的应知应会和基础知识掌握情况；技能操作考核采用现场实际操作或模拟操作方式进行，主要考核运维师应具备的技能水平。

理论知识考试和技能操作考核均实行百分制，理论成绩达 60 分及以上且实操成绩达 60 分及以上者为合格。工作要求中标注“★”的项目为涉及安全生产或操作的关键技能，如考生在技能考核中违反操作规程或未达到该技能要求的，则技能考核成绩为不合格。

对一级运维师/高级技师增加答辩评审考核鉴定方式，答辩评审考核指采取审阅申报材料、答辩等方式进行全面评议和审查的考核方式。答辩评审考核的结果为“评审合格”和“评审不合格”。

对于未取得任何级别证书的待鉴定对象或者越级报考技能等级鉴定的人员，在考评时除需考察其所报考技能等级的相关内容外，还包括该级别以下等级所应该掌握的技能内容。

5.6.3 监考人员、考评人员与考生配比

理论知识考试监考人员与考生配比为 1:15，每个标准教室不少于 2 名监考人员；技能操作考核考评员与考生配比为 1:5，且不少于 3 名考评人员；一级运维师/高级技师的答辩评审工作中，答辩评审委员为 3 人（含）或以上的单数。

5.6.4 鉴定时间

理论知识考试为 120 分钟，技能操作考核为累计不少于 180 分钟（同一技能操作不能重复积累）答辩评审考核不少于 30 分钟。

5.6.5 鉴定场所及设备

具备满足鉴定需要的场所，理论知识考试和答辩评审考核场地内光线、通风、卫生条件良好，技能操作考核场地需要满足本职业技能鉴定要求的生产真实环境或仿真实训平台，配备相应的鉴定用具和设施设备。

6 一般要求

6.1 职业道德

6.1.1 职业道德基本知识

- a) 职业道德的概念；
- b) 职业道德的特征。

6.1.2 职业守则

- a) 遵守法律、法规和有关规定；
- b) 严格执行工作规程、工作规范和安全工作规程；
- c) 爱岗敬业，诚信团结，具有服务意识、质量意识和工作责任心；
- d) 爱护设备及工器具；

e) 着装整洁且符合规定、保持工作环境清洁有序,文明生产。

6.2 基础知识

6.2.1 基础理论知识

- a) 机械、电气、液压和安全相关的识图知识;
- b) 风电机组基本工作原理和相关知识;
- c) 风电机组基本结构组成和相关知识;
- d) 计算机基本操作知识;
- e) 空气动力学基本知识;
- f) 材料学基本知识;
- g) 机械设备及原理知识;
- h) 机械传动及原理知识;
- i) 液压传动及原理知识;
- j) 设备润滑及冷却知识;
- k) 机械装配工艺基础知识;
- l) 机械加工工艺的基本知识;
- m) 机械维修知识;
- n) 电工基础知识;
- o) 电气安全基础知识;
- p) 电气控制基本原理知识;
- q) 常用电气设备的种类、用途及工作原理;
- r) PLC 与低压电器基本知识;
- s) 现场总线和工业通讯网络技术基本知识;
- t) 电机及拖动技术基本知识;
- u) 电力电子技术及变频驱动基本知识;
- v) 自动控制基本原理和方法基本知识;
- w) 电气信号测量原理及方法基本知识;
- x) 非电量信号测量原理及方法。

6.2.2 安全文明生产知识

- a) 现场文明生产要求;
- b) 安全操作与劳动保护知识;
- c) 消防器材的使用常识;
- d) 风电场安全生产规程;
- e) 风电场环境保护要求;
- f) 风电场工作职业健康要求;
- g) 质量管理知识;
- h) 现场急救知识;
- i) 高空逃生知识;
- j) 道路交通安全知识;
- k) 海上急救知识;
- l) 救生筏操作;

- m) 海上求生;
- n) 船舶消防知识。

6.2.3 相关法律、法规知识

- a) 安全生产法和劳动法的相关知识;
- b) 质量管理法相关知识;
- c) 环境保护法规的相关知识;
- d) 电力生产安全法规知识;
- e) 合同法的相关知识。

7 技能要求

7.1 总则

本职业对五级运维师/初级、四级运维师/中级、三级运维师/高级、二级运维师/技师和一级运维师/高级技师的技能要求和相关知识依次递进，高级别涵盖低级别的要求。

7.2 五级运维师/初级

表 1 确定了五级运维师/初级运维师的工作内容以及应掌握的技能要求和相关知识。

表 1 五级运维师/初级运维师工作内容及技能要求

职业功能	工作内容	技能要求（五级运维师/初级）	相关知识
	1.1 运维方案准备	1.1.1 ★能读懂运维方案或规程	1.1.1 运维方案的基本知识 1.1.2 运维作业指导书 1.1.3 《风力发电机组 运行及维护要求》 [GB/T 25385] 1.1.4 《海上风电场运行维护规程》 [GB/T 32128]
	1.2 工作许可取得	1.2.1 ★能按风电场管理要求取得工作许可 1.2.2 ★能填写风电场相关工作许可表 1.2.3 ★能读懂运行检修规程	1.2.1 风电场生产工作管理制度 1.2.2 工作许可的填写要求 1.2.3 《风力发电场运行规程》 [DL/T 666] 1.2.4 《风力发电场检修规程》 [DL/T 797]
	1.3 运维工具准备	1.3.1 能按照工具清单准备工具 1.3.2 ★能准确识别工具的型号、规格以及在风电机组中的使用部位 1.3.3 ★能查阅校验报告确认工具是否合格可用 1.3.4 能识别工具的健康状态	1.3.1 运维工具的识别知识 1.3.2 运维工具检验周期及合格标准

职业功能	工作内容	技能要求（五级运维师/初级）	相关知识
1. 风电机组运维工作准备	1.4 运维物料准备	1.4.1 能按照材料清单准备运维过程中使用的备件和易耗品 1.4.2 ★能准确识别物料的种类和型号 1.4.3 能正确检查零部件的功能和状态	1.4.1 运维过程中使用的备件和易耗品的识别知识 1.4.2 风电机组的结构及零部件组成
	1.5 人员的准备	1.5.1 ★能描述在工作组中的任务分工和职责 1.5.2 能准确描述工作范围中所涉及的对象 1.5.3 能正确执行环保相关要求 1.5.4 ★能评估自身身体健康状态	1.5.1 运维工作的任务分工与职责 1.5.2 风力发电现场环境保护知识 1.5.3 身体认知与人工搬举相关知识 1.5.4 运维作业的作业工艺
	1.6 运维安全准备	1.6.1 ★能识别外部工作安全条件 1.6.2 ★能识别并描述工作过程中的风险 1.6.3 ★能履行安全措施 1.6.4 ★能履行工作中的安全监督和提醒义务 1.6.5 ★能正确使用安全用具做安全预防 1.6.6 ★能按照火灾应急预案处理风力发电现场火灾事故 1.6.7 ★能够正确使用通讯设备进行沟通 1.6.8 ★能实施现场安全急救 1.6.9 ★能根据现场发生的安全情况进行安全逃生 1.6.10★能实施海上风电作业环境的安全操作	1.6.1 风电机组运维工作的安全规程 1.6.2 初级急救员相关知识 1.6.3 登高作业相关知识 1.6.4 电工作业安全规程 1.6.5 消防流程方法及消防设备设施的使用方法 1.6.6 海上风电的作业环境、海上交通、海上撤离和救援知识 1.6.7 反事故措施
	1.7 个人劳保准备	1.7.1 ★能按要求准备个人健康防护用品 1.7.2 ★能按要求准备个人安全防护用品 1.7.3 ★能检查个人防护用品的状态并判定是否失效 1.7.4 ★能按照健康要求佩戴和使用个人防护用品	1.7.1 个人防护装备（PPE）的基本使用和保养知识 1.7.2 个人防护装备（PPE）的基本使用场景和功能 1.7.3 作业工艺的基本安全和健康要求
2. 风电机组定期维护	2.1 螺栓连接检查	2.1.1 ★能查找待紧固部位的力矩要求 2.1.2 ★能正确使用紧固工具进行螺栓紧固操作 2.1.3 能规范执行螺栓紧固工艺 2.1.4 能正确标识螺栓标记	2.1.1 螺栓紧固基础知识 2.1.2 螺栓紧固工具的工作原理、单位换算方法 2.1.3 金属材料的基本性能知识
	2.2 润滑操作	2.2.1 ★能识别润滑油脂品牌和型号 2.2.2 能读懂润滑表 2.2.3 能正确使用润滑工具进行润滑操作 2.2.4 能规范执行润滑工艺 2.2.5 能读懂并检查自动润滑设备的工艺参数设置	2.2.1 润滑油脂基本知识 2.2.2 润滑表 2.2.3 油枪等润滑工具的使用方法 2.2.4 设备润滑的常识 2.2.5 自动润滑设备的工作原理知识

职业功能	工作内容	技能要求（五级运维师/初级）	相关知识
	2.3 设备清洁	2.3.1 能辨别清洁剂的性能 2.3.2 ★能安全使用清洁剂进行清洁 2.3.3 能规范的执行清洁工艺 2.3.4 能正确地使用清洁工具进行清洁	2.3.1 清洁剂标签的含义 2.3.2 清洁剂的安全说明 2.3.3 清洁剂的种类 2.3.4 废弃物妥善处理方法 2.3.5 不同器件的清洁方法 2.3.6 清洁标准 2.3.7 清洁用具的使用方法
	2.4 功能测试	2.4.1 能读懂功能测试的工艺和流程 2.4.2 能使用功能测试工具执行各项功能测试 2.4.3 能安全地执行各项功能测试 2.4.4 能正确执行定期维护作业要求的传感器状态检查并进行参数调整 2.4.5 能正确执行维护作业中的功能检查与测试并准确记录结果	2.4.1 电气测量类工具使用知识 2.4.2 机械测量类工具使用知识 2.4.3 液压测量类工具使用知识 2.4.4 测量方法 2.4.5 测量安全
	2.5 易耗品更换	2.5.1 ★能遵守易耗品更换的安全规范 2.5.2 能遵守易耗品处理的环境保护规范 2.5.3 ★能遵守危险化学品作业健康管理规范 2.5.4 能规范的进行易耗品的拆卸、更换和恢复安装操作 2.5.5 能检查更换易耗品后的设备工作状态	2.5.1 易耗品拆卸流程 2.5.2 易耗品拆卸工具使用方法 2.5.3 易耗品拆卸注意事项 2.5.4 易耗品更换工艺 2.5.5 易耗品更换注意事项
	2.6 感观检查	2.6.1 能通过感观检查并准确判断设备的运行状态 2.6.2 能正确执行感官检查的工艺方法并描述检查的结果	2.6.1 风电机组各个零部件工作状态的 特征知识，包括外观、气味、声音、温度 2.6.2 设备感官检查的工艺方法
	2.7 传动链 对中操作	2.7.1 能读懂传动链对中的作业指导书 2.7.2 ★能正确调整传动链对中工装 2.7.3 能正确记录对中结果	2.7.1 传动链对中的操作步骤 2.7.2 传动链对中的安全条件 2.7.3 传动链对中工装使用方法
	2.8 工艺 流程执行	2.8.1 能读懂定期维护作业流程图 2.8.2 能按照工作流程的设定执行定期维护工作	2.8.1 工艺流程的基本知识 2.8.2 工艺流程图、作业文件和检查单的读取和填写规则
3. 风电机 组故障 诊断与 维修	3.1 读懂原理图	3.1.1 ★能识别机械、液压、电气原理图中的各种符号 3.1.2 能读懂3个以下控制节点的电气反馈回路原理图 3.1.3 能读懂常规的机械装配图纸 3.1.4 能识别原理图中的符号对应器件实物	3.1.1 对电气零部件的电气符号认识 3.1.2 数字量信号和模拟量信号的相关知识 3.1.3 驱动信号和反馈信号应用知识 3.1.4 机械、电气、液压、通讯等工作原理图初步识图知识
	3.2 故障 信息处理	3.2.1 能通过人机交互界面查询故障相关基本信息 3.2.2 能查阅故障处理指导手册	3.2.1 万用表的使用方法 3.2.2 风力发电专业英语

职业功能	工作内容	技能要求（五级运维师/初级）	相关知识
			3.2.3 风电机组的人机交互界面操作知识
	3.3 故障分析与判定	3.3.1 能分析单一控制回路及3个以下控制节点的故障 3.3.2 能分析与判定电控系统中数字量反馈回路、温度检测、液位反馈回路等反馈类故障 3.3.3 能分析与判定定转向定速电机回路相关故障 3.3.4 能分析与判定液压系统压力测量和调整类故障 3.3.5 能按照图纸理顺电气回路，并且分析与判定线路类故障 3.3.6 能准确描述风电机组的故障状态和症状 3.3.7 ★能测试风电机组偏航、变桨、风速风向仪等机械结构的功能并判断其功能良好	3.3.1 风电机组典型电气原理图的识图与分析方法 3.3.2 风电机组常用电气部件和机械结构的工作原理
	3.4 故障与缺陷消除	3.4.1 能看懂故障处理方案 3.4.2 ★能按照故障处理方案准备工器具并按要求操作 3.4.3 能更换低压电器类零部件 3.4.4 能按照图纸修复线路类故障	3.4.1 电气测量仪表的使用方法 3.4.2 一般电气参数的测量方法 3.4.3 更换低压元器件的工艺流程 3.4.4 电气线路的更换和修复工艺
	3.5 系统功能启动	3.5.1 ★能进行低压电气合闸操作 3.5.2 能检查主回路线路连接是否正确可靠 3.5.3 ★能核对器件的整定值和设定值是否正确	3.5.1 主回路图纸的读图知识 3.5.2 低压电气断路器等保护器件的整定值计算和设定方式 3.5.3 风电机组特殊器件整定值计算和设定方式
	3.6 机械零部件拆卸	3.6.1 能进行更换前的准备工作 3.6.2 能对拆卸的零件进行标记 3.6.3 能进行外围附件的拆卸	3.6.1 风力发电设备零部件拆卸的基础知识 3.6.2 风电机组的中型部件（轴承、制动器、刹车盘、减速机、液压站、小型变压器、框架断路器等）的基本原理、结构组成和基本参数等知识
	3.7 机械零部件装配	3.7.1 ★能使用力矩扳手固定螺栓并正确标识 3.7.2 能读懂机械结构的装配图 3.7.3 能进行简单附件的安装恢复	3.7.1 螺栓紧固基础知识 3.7.2 机械设备的装配知识 3.7.3 机械设备的结构原理知识

职业功能	工作内容	技能要求（五级运维师/初级）	相关知识
4. 风电机组大部件更换	4.1 大部件拆装	4.1.1 能按照技术方案拆除相关的螺栓连接 4.1.2 ★能使用紧固工具进行紧固螺栓，正确画紧固标识，规范的执行紧固工艺 4.1.3 能按照技术方案做辅助检查和操作工作	4.1.1 不同主部件的更换的基本流程和操作方法 4.1.2 齿轮箱油加注的操作规范 4.1.3 风电机组大部件的基础知识，含基本结构、原理、基本参数 4.1.4 各部件润滑的操作 4.1.5 硅胶密封的基本操作 4.1.6 螺栓紧固基础知识
	4.2 大部件吊运	4.2.1 ★能正确操作缆风绳 4.2.2 能按照规范整理工作现场 4.2.3 ★能理解的吊装现场指挥术语和信息 4.2.4 能正确使用移动式发电机进行用电操作	4.2.1 工作现场的5S规范 4.2.2 吊车指挥标准术语和旗语 4.2.3 移动发电设备使用知识 4.2.4 《起重吊运指挥信号》[GB 5082] 4.2.5 《起重机安全规程》[GB 6067.1]
5. 风电机组状态检测与分析	5.1 设备巡检	5.1.1 能完成风电机组的常规巡检工作 5.1.2 ★能识别风电机组重点巡检部位	5.1.1 设备巡检制度 5.1.2 巡检方法感观检查的方法
6. 运维工作总结	6.1 工作记录填写	6.1.1 能读懂工作记录的文件要求 6.1.2 ★能正确填写工作记录文件	6.1.1 工作记录的要求及方法 6.1.2 计算机的使用方法 6.1.3 常用办公软件的使用方法 6.1.4 办公系统的使用方法
	6.2 工作许可终结	6.2.1 能办理工作许可终结	6.2.1 工作许可终结制度

7.3 四级运维师/中级

表2确定了四级运维师/中级运维师的工作内容以及应掌握的技能要求和相关知识。

表2 四级运维师/中级运维师工作内容及技能要求

职业功能	工作内容	技能要求（四级运维师/中级）	相关知识
	1.1 运维方案准备	1.1.1 能对运维方案执行中的问题提出反馈意见	1.1.1 运维方案执行工作安排相关知识
	1.2 工作许可取得	1.2.1 能确定工作许可内容	1.2.1 工作许可制度及被许可工作的内容

职业功能	工作内容	技能要求（四级运维师/中级）	相关知识
1. 风电机组运维工作准备	1.3 运维工具准备	1.3.1 能按照作业工艺列出工具清单 1.3.2 能检验工具的状态	1.3.1 工具的工作原理和不同使用场景 1.3.2 作业工艺的基本工具要求
	1.4 运维物料准备	1.4.1 能按照作业工艺列出材料清单 1.4.2 能确认材料的状态	1.4.1 相关运维材料的知识 1.4.2 作业工艺的基本工具要求
	1.6 运维安全准备	1.6.1 ★能设计和编制安全预案 1.6.2 ★能提出安全措施优化建议	1.6.1 风力发电现场安全预案的编制方法 1.6.2 风力发电现场安全防范知识
	1.7 个人劳保准备	1.7.1 ★能按要求列出个人防护用品清单	1.7.1 个人防护装备（PPE）的基本使用场景和功能 1.7.2 作业工艺的基本安全和健康要求
2. 风电机组定期维护	2.1 螺栓连接检查	2.1.1 能对螺栓损坏或松动的情况进行简单分析 2.1.2 能对螺栓紧固效果进行校验 2.1.3 能识别螺栓的失效状态	2.1.1 螺栓检验的工艺流程 2.1.2 螺栓失效的特征及分析方法
	2.2 润滑操作	2.2.1 能发现润滑操作存在的异常问题 2.2.2 能规范执行润滑工艺 2.2.3 能处理润滑系统的故障	2.2.1 润滑的基本原理 2.2.2 润滑的作用 2.2.3 润滑工艺要点 2.2.4 润滑的操作方法 2.2.5 润滑的注意事项 2.2.6 自动润滑系统的工作原理
	2.3 设备清洁	2.3.1 能按作业工艺列出设备清洁清单及选择合适的清洁方法 2.3.2 能按标准对设备进行清洁 2.3.3 能按作业工艺对精密部件清理 2.3.4 能对电气和机械部件的内部进行清理	2.3.1 不同器件的清洁方法 2.3.2 清洁标准 2.3.3 电气滑环清理流程
	2.4 功能测试	2.4.1 ★能完成机械类测试项目 2.4.2 ★能完成电气类测试项目 2.4.3 能对功能测试的结果进行判断	2.4.1 电气测试方法 2.4.2 机械测试方法 2.4.3 机电一体化测试方法 2.4.4 测试标准基础知识
	2.5 易耗品更换	2.5.1 能对易耗品使用性能进行判断 2.5.2 能对易耗品的损耗情况进行数据比对，分析设备的运行状态，并做出分析说明	2.5.1 易耗品的种类 2.5.2 易耗品的基本知识 2.5.3 不同易耗品的损耗标准

职业功能	工作内容	技能要求（四级运维师/中级）	相关知识
	2.6 感观检查	2.6.1 能判断设备异常时的状态反应 2.6.2 能通过目视检查发现设备的外观异常 2.6.3 能判断设备的温度异常 2.6.4 能描述设备的振动状态和现象 2.6.5 能判断设备的声音异常 2.6.6 能描述设备存在的异常现象	2.6.1 设备正常运行的状态特征 2.6.2 机械振动检查的方法 2.6.3 机械听诊检查的方法
	2.7 传动链对中操作	2.7.1 能使用对中测量工具进行传动链对中偏差测量并取得准确结果 2.7.2 ★能进行传动链对中偏差调整并达到标准要求	2.7.1 传动链对中工艺规范注意事项 2.7.2 传动链对中测量结果判读方法 2.7.3 偏差调整的方法 2.7.4 激光对中仪使用方法 2.7.5 机械式对中测量工具使用方法
	2.8 工艺流程执行	2.8.1 能发现原有流程中的问题并提出改进意见 2.8.2 能按照当时的工作条件，及时调整工作流程	2.8.1 定期维护的工艺流程图解析 2.8.2 定期维护与检修的作业工时测算方法 2.8.3 定检工作条件冲突识别
3. 风电机组故障诊断与维修	3.1 读懂原理图	3.1.1 能读懂原理图的3个回路以内的控制关系 3.1.2 能分析电动机起动、运行控制电路图的结构、工作原理 3.1.3 能读懂原理图的控制关系 3.1.4 能分析压力控制类液压原理图 3.1.5 能理解传感器的工作原理	3.1.1 数字量信号和模拟量信号的处理过程 3.1.2 电气结构件工作原理 3.1.3 电气原理图及控制关系 3.1.4 电动机工作原理 3.1.5 传感器工作原理 3.1.6 液压原理图的识别与控制关系分析
	3.2 故障信息处理	3.2.1 ★能通过人机交互界面查询故障相关数据信息 3.2.2 能通过常规工具测量并验证故障相关的数据 3.2.3 能通过诊断软件查询故障相关信息	3.2.1 万用表使用方法 3.2.2 驱动信号和反馈信号 3.2.3 变频、变桨系统专用诊断软件使用
	3.3 故障分析与判定	3.3.1 能分析与判定模拟量传感器反馈回路故障 3.3.2 能分析与判定电机正反转类和软启动驱动类回路故障 3.3.3 能分析与判定通讯类硬件连接故障 3.3.4 能分析与判定程序控制错误类故障 3.3.5 能分析与判定低压电器器件失效类故障 3.3.6 能准确描述风电机组的疑难故障状态 3.3.7 能分析三级以下控制回路，3个以下控制节点的故障 3.3.8 能分析压力控制类液压故障	3.3.1 电气和液压类故障分析和诊断的方法 3.3.2 工业现场总线和通讯原理 3.3.3 程序上传软件的使用方法 3.3.4 低压电气部件的常见故障诊断 3.3.5 压力控制类液压故障分析方法

职业功能	工作内容	技能要求（四级运维师/中级）	相关知识
	3.4 故障与缺陷消除	3.4.1 能按照故障处理方案进行操作，并做出应变 3.4.2 能编制该级别能力要求范围内故障处理方案 3.4.3 ★能检查和调整器件的整定值 3.4.4 能验证故障发生的位置、线路或者器件 3.4.5 能准确识别零部件缺陷 3.4.6 ★能正确更换故障零件 3.4.7 能正确调整零部件技术指标偏差 3.4.8 能对处理过程中的简单线路和器件缺陷进行维修	3.4.1 低压电气部件的常见故障处理方法 3.4.2 电气零件故障验证的方法 3.4.3 故障处理方案包含的要素 3.4.4 压力控制类液压故障处理方法 3.4.5 设备正常运行状态特征（位置、参数、声音等）知识 3.4.6 零件拆卸工艺及组装工艺 3.4.7 偏差允许范围及调整方法 3.4.8 低压元器件的更换工艺流程及调整的工具使用方法
	3.5 系统功能启动	3.5.1 能读懂机组上电检查工艺 3.5.2 ★能使用上电检查的工器具，进行绝缘测试、相序测定、电网电压测量 3.5.3 能使用电脑进行参数文件及机组控制程序上传 3.5.4 ★能对风电机组控制参数检查与设定 3.5.5 能读懂系统测试及调整的工艺 3.5.6 能使用系统测试工具及调整工具整定器件参数 3.5.7 能对主控系统、机械、电气、液压系统进行测试及调整 3.5.8 能对变桨系统的机械、低压电器部分进行测试及调整 3.5.9 能处理变桨系统测试及调整中出现的常见问题 3.5.10 能进行并网条件检查 3.5.11 能对并网过程的状态值进行正确性检查	3.5.1 电气绝缘检查的方法 3.5.2 设备和电网的基本参数及万用表的使用方法 3.5.3 程序上传软件的使用方法 3.5.4 参数设定的方法 3.5.5 主控各系统机械、电气、液压部分的原理、测试及调整流程和结果检查知识 3.5.6 主控各系统机械、电气、液压部分的简单故障处理方法 3.5.7 变桨系统的机械、电气、液压部分的原理、测试及调整流程和结果检查知识 3.5.8 变桨系统机械、电气、液压部分的常见故障处理方法 3.5.9 发电设备并网条件 3.5.10 风电机组并网过程各个系统的状态及运行状态时序图
	3.6 机械零部件拆卸	3.6.1 能使用工具正确地拆卸主要零部件 3.6.2 能清晰准确描述遇到的问题	3.6.1 机械装配件的工艺知识 3.6.2 机械零件的拆卸工艺知识 3.6.3 零部件更换的作业指导规范 3.6.4 专用机械拆装工具、检测工具的使用
	3.7 机械零部件装配	3.7.1 能按操作工艺更换零部件 3.7.2 能按照装配工艺恢复部件 3.7.3 能对零部件进行功能性测试和验证 3.7.4 能分析非正常结果的产生原因	3.7.1 机械装配件的工艺知识及专用工具、检测工具的使用方法 3.7.2 机械零件的拆卸工艺知识 3.7.3 零部件的基本原理和参数 3.7.4 零部件的测试工艺和方法

职业功能	工作内容	技能要求（四级运维师/中级）	相关知识
4. 风电机组大部件更换	4.1 大部件拆装	4.1.1 能按照技术方案拆除叶轮及相关联的管线连接 4.1.2 能按照技术方案开展更换前的准备工作 4.1.3 能完成大部件更换后的恢复和测试工作 4.1.4 能完成吊装部件与固定件之间的对接 4.1.5 能按照接线图将地面柜与其它部件连接 4.1.6 能对移动式发电机用电操作过程中的故障进行处理 4.1.7 能对更换完的大部件进行性能验证	4.1.1 更换工序基本操作知识 4.1.2 工序控制基本相关知识 4.1.3 更换中的风险识别方法 4.1.4 机械部件的装配工艺 4.1.5 管路连接与密封知识 4.1.6 线路连接与绝缘检查方法 4.1.7 机械装配基础知识 4.1.8 大部件的测试工艺和方法 4.1.9 大部件的基本工作原理和参数 4.1.10 移动发电设备使用及故障处理知识
	4.2 大部件吊运	4.2.1 能完成吊装工作中的通信联络 4.2.2 能使用检测工具，对安装部件进行技术检验 4.2.3 能对安装工作中的缺陷进行处理 4.2.4 能完成吊具挂装工作的指导与检查 4.2.5 能按照布局图和实际场地情况进行设备的存放	4.2.1 吊具的选择与起重能力校核知识 4.2.2 起重操作规范
5. 风电机组状态检测与分析	5.1 巡检	5.1.1 能编制风电机组重点巡检部位检查表 5.1.2 能确定巡检方法和条件	5.1.1 设备巡检制度 5.1.2 巡检方法
6. 运维工作总结	6.1 工作记录填写	6.1.1 能检查工作记录填写的规范性 6.1.2 能正确使用在线办公系统	6.1.1 办公系统的使用方法 6.1.2 工作记录相关制度
	6.3 工作质量检查	6.3.1 能对过程进行监督 6.3.2 能对入场设备进行检测 6.3.3 能对工作结果进行检查	6.3.1 工作质量检查的方法 6.3.2 工作结果质量检查指标
	6.4 工作材料归档	6.4.1 能对工作材料进行分类 6.4.2 能正确保存工作材料	6.4.1 工作材料归档的方法和要求 6.4.2 工作材料保存的方法和要求

7.4 三级运维师/高级

表 3 确定了三级运维师/高级运维师的工作内容以及应掌握的技能要求和相关知识。

表3 三级运维师/高级运维师工作内容及技能要求

职业功能	工作内容	技能要求（三级运维师/高级）	相关知识
1. 风电机组运维工作准备	1.1 运维方案准备	1.1.1 能制定运维方案或规程	1.1.1 方案编制的要素、方法和要求
	1.3 运维工具准备	1.3.1 能优化组合运维工具 1.3.2 能根据特殊作业情况，改进工具 1.3.3 能对工具进行维修	1.3.1 作业工艺流程和操作 1.3.2 工具的多种功能拓展知识 1.3.3 工具维修和保养方法
	1.4 运维物料准备	1.4.1 能确认备品、备件和材料的状态 1.4.2 能读懂物料的性能参数	1.4.1 作业工艺流程和操作方法 1.4.2 备品备件的特性知识
	1.6 运维安全准备	1.6.1 ★能分析安全事故、安全未遂事件的原因。	1.6.1 风电机组运维工作安全规程 1.6.2 事故分析方法
2. 风电机组定期维护	2.1 螺栓连接检查	2.1.1 能改进螺栓紧固的方法，优化工作流程，提升工作效率	2.1.1 多种螺栓紧固的方法 2.1.2 流程优化方法 2.1.3 工时测定方法
	2.2 润滑操作	2.2.1 ★能对设备润滑问题进行分析 2.2.2 能判断润滑效果优劣并分析原因	2.2.1 润滑油脂的基本知识 2.2.2 润滑的目的及基本原理 2.2.3 润滑的分类及密封形式 2.2.4 润滑剂的化验基础知识
	2.4 功能测试	2.4.1 能对测试结果进行分析说明 2.4.2 能改进测量的方法	2.4.1 功能测试的方法及目标 2.4.2 测试标准的制定
	2.5 易耗品更换	2.5.1 能判断易耗品的使用性能并做出分析说明 2.5.2 能改进易耗品更换的操作工艺	2.5.1 易耗品的种类 2.5.2 易耗品的消耗过程和判定标准 2.5.3 易耗品的性能
	2.6 感观检查	2.6.1 能制定判断设备异常的标准 2.6.2 能通过声音确定设备的异常 2.6.3 能通过气味确定设备的异常	2.6.1 设备正常运行的状态经验积累
	2.7 传动链对中操作	2.7.1 能对传动链对中测量结果进行分析说明	2.7.1 基本的数据处理方法 2.7.2 对中的数据结果与机组运行状态
	2.8 工艺流程执行	2.8.1 能分析和识别维护工作流程效率低下的环节及影响因素 2.8.2 能设计和制定定期维护的工作流程	2.8.1 工作流程制定的原则、方法 2.8.2 工时精确测算方法
3. 故障信息处理	3.1 读懂原理图	3.1.1 ★能读懂变桨、变频系统相关的电气原理图 3.1.2 能分析风电机组所涉及的液压原理图	3.1.1 风电机组电气系统原理图分析 3.1.2 风电机组液压系统原理图分析
	3.2 故障信息处理	3.2.1 能通过数据采集与监视控制系统（SCADA）提取故障发生时的数据信息	3.2.1 数据采集与监视控制系统（SCADA）数据的提取和简单分析 3.2.2 专用测量工具的使用

职业功能	工作内容	技能要求（三级运维师/高级）	相关知识
3. 风电机组故障诊断与维修		3.2.2 能通过专用测试工具测量故障期间的数据	
	3.3 故障分析与判定	3.3.1 能分析多个回路的复杂故障 3.3.2 ★能分析与判定安全链回路故障 3.3.3 能分析与判定变频调速电机回路相关故障 3.3.4 ★能分析与判定双馈变频器和全功率变频器的变频驱动类故障，包括整流、逆变、保护等环节 3.3.5 ★能分析与判定通讯协议和干扰故障 3.3.6 能对风电机组电气系统的常见硬件维修 3.3.7 能分析与判定变桨系统故障 3.3.8 能分析器件失效的原因 3.3.9 能进行维修方案设计 3.3.10 能通过风电机组的运行数据分析设备或零部件运行质量状态	3.3.1 各系统的运行原理 3.3.2 电路的分析方法 3.3.3 变频拖动的基本原理 3.3.4 机械基础知识 3.3.5 电气故障处理的方法
	3.4 故障与缺陷消除	3.4.1 能分析故障处理方案是否适用并进行改进 3.4.2 能编制该级别能力要求范围内故障处理方案 3.4.3 能检查确认参数的设定 3.4.4 能分析和验证故障发生的原因	3.4.1 故障处理方案的合理性审查方法 3.4.2 故障的原因分析方法
	3.5 系统功能启动	3.5.1 能处理主回路线路连接问题 3.5.2 ★能对绝缘损坏问题进行处理 3.5.3 能对相序错误问题进行排除 3.5.4 能对电网电压错误问题进行判定 3.5.5 能确认参数的匹配程度 3.5.6 能分析、处理程序上传过程中和上传后出现的问题 3.5.7 能对主控系统中机械、电气、液压系统进行测试及调整 3.5.8 能处理主控系统测试及调整中出现的技术问题 3.5.9 能对变桨系统的机械、电气、液压系统进行测试及调整 3.5.10 能处理变桨系统测试及调整中出现的问题 3.5.11 能对变频系统低压电器保护值、模拟信号进行测试及调整 3.5.12 能对变频系统变频部分进行功能测试	3.5.1 电气绝缘检查的方法及故障处理方法 3.5.2 供电设备和电网的基本参数知识 3.5.3 箱式变压器和环网柜的原理及操作方法 3.5.4 程序上传软件的高级功能使用方法 3.5.5 参数设定及设备硬件的匹配方法 3.5.6 主控各系统机械、电气、液压部分的原理、测试及调整流程和结果检查方法 3.5.7 主控各系统中机械、电气、液压部分的复杂故障处理方法 3.5.8 变桨系统的机械、电气、液压部分的原理、测试及调整流程和结果检查方法 3.5.9 变桨系统中机械、电气、液压部分的复杂故障处理方法 3.5.10 风电机组变频器专用软件的

职业功能	工作内容	技能要求（三级运维师/高级）	相关知识
			使用方法 3.5.11 风电机组变频器的变频原理
	3.8 运维工装设计与部件维修	3.8.1 能进行简单工装的测绘工作 3.8.2 能绘制工装或者零件的草图	3.8.1 机械装配部件工艺基础知识 3.8.2 测绘基础知识 3.8.3 机械制图知识 3.8.4 机械加工工艺相关知识 3.8.5 机械常用材料相关知识
4. 风电机组大部件更换	4.1 大部件拆装	4.1.1 ★能主导完成风电机组大型部件包括但不限于轮毂和叶片、机舱柜、发电机、齿轮箱、变压器、塔筒等部件的更换 4.1.2 ★能对大部件更换工作中风险进行识别和控制 4.1.3 能对大部件更换工作中遇到的问题进行原因分析 4.1.4 能提出合理化建议和解决方案	4.1.1 机械安装知识 4.1.2 电气安装知识 4.1.3 更换工序操作知识 4.1.4 工序控制相关知识 4.1.5 起重设备的性能参数表 4.1.6 安装工作风险点认识和控制方法 4.1.7 起重作业管理知识
	4.2 大部件吊运	4.2.1 能进行大部件更换的技术交底	4.2.1 技术交底的流程和要素
5. 风电机组状态检测与分析	5.2 仪器检查	5.2.1 能使用专用工具对风电机组进行测量 5.2.2 能通过仪表检查设备的隐患 5.2.3 能根据图纸排查设备的线路屏蔽等隐患 5.2.4 能通过硬件排查，绘制出对应的电路原理图	5.2.1 专用仪器仪表的使用方法 5.2.2 机械和电气测量的原理
	5.3 数据分析	5.3.1 ★对测量数据进行统计并填写统计报告 5.3.2 对数据进行常规的数据分析 5.3.3 能使用专用仪器进行数据采集并分析	5.3.1 风电机组现场状态检测数据的统计方法 5.3.2 数据分析的基本维度和处理方法
6. 运维工作总结	6.3 工作质量检查	6.3.1 能对运维工作质量进行验收 6.3.2 能对检查结果进行分析和评价	6.3.1 工作质量的验收要求
	6.4 工作材料归档	6.4.1 能对工作材料进行检索	6.4.1 工作材料的检索制度 6.4.2 工作材料的检索方法
7. 运维工作管理	7.1 技术管理	7.1.1 能编写风电机组维护作业指导文件 7.1.2 能提出运维管理改进建议 7.1.3 能对运维工作相关技术数据进行分析	7.1.1 作业指导书的编写方法 7.1.2 国内国外风力发电运维先进技术动态
	7.2 生产管理	7.2.1 能制定工作计划，安排和调度工作 7.2.2 ★能监督工作组成员的作业安全	7.2.1 风力发电现场管理知识
8. 运维工	8.1 理论培训	8.1.1 能对本职业五级、四级的相关知识进行理论培训 8.1.2 能编制培训讲义	8.1.1 培训教学的基本知识 8.1.2 培训讲义的编写方法 8.1.3 流畅表达技巧

职业功能	工作内容	技能要求（三级运维师/高级）	相关知识
作培训	8.2 操作指导	8.2.1 能指导本职业五级、四级进行实际操作 8.2.2 能指导应用新技术、新设备，并能开发新的工艺	8.2.1 培训教学的基本方法 8.2.2 培训指导的要点、方法和注意事项 8.2.3 带教技术

7.5 二级运维师/技师

表 4 确定了二级运维师/技师的工作内容以及应掌握的技能要求和相关知识。

表 4 二级运维师/技师工作内容及技能要求

职业功能	工作内容	技能要求（二级运维师/技师）	相关知识
1. 风电机组运维工作准备	1.1 运维方案准备	1.1.1 能改进运维方案或操作规程	1.1.1 运维过程的分析方法 1.1.2 问题的解决与创新方法
	1.3 运维工具准备	1.3.1 能进行运维工具合理化改进和选用 1.3.2 能对设计专用工具	1.3.1 运维工具的使用工况和问题 1.3.2 机械设计的原理 1.3.3 机械图纸的绘制方法
2. 风电机组定期维护	2.8 工艺流程执行	2.8.1 能设计和制定风电机组所有检修工序流程 2.8.2 能对检修的结果进行判断 2.8.3 能对运维工艺流程改进和优化	2.8.1 检修工序流程的制定方法 2.8.2 结果检查的方法 2.8.3 工序流程的深度测算方法
3. 风电机组故障诊断与维修	3.1 读懂原理图	3.1.1 能分析原理图中的集成控制器控制关系和原理 3.1.2 ★能解读控制系统的控制逻辑	3.1.1 自动化控制基本理论知识 3.1.2 风力发电设备系统图
	3.3 故障分析与判定	3.3.1 能分析出故障产生的根本原因，并且提出改进意见 3.3.2 能编制风电机组问题处理方案 3.3.3 ★能完成风电机组疑难故障处理的技术支持工作 3.3.4 能对风电机组部件进行现场维修 3.3.5 能对风电机组变频系统故障进行处理 3.3.6 能对风电机组的运行数据进行运行状态分析，并提出改进措施	3.3.1 发电机、齿轮箱、桨叶等相关知识 3.3.2 风电机组的控制逻辑 3.3.3 变压器，变流器，开关柜等低压电器知识 3.3.4 常见电气设备故障分析知识 3.3.5 各种控制方式(如：开环、闭环、模糊、逻辑等)的基础知识及在风电机组上的应用
	3.4 故障与缺陷消除	3.4.1 能审核方案并修正方案缺陷 3.4.2 能编制技术支持方案 3.4.3 能正确选择可替代的易耗品或者备件 3.4.4 ★能指导作业人员开展故障处理并优化故障处理的工艺流程	3.4.1 技术支持工作内容和方法

职业功能	工作内容	技能要求（二级运维师/技师）	相关知识
	3.5 系统功能启动	3.5.1 能对变频系统的疑难故障进行处理 3.5.2 ★能对变桨、变频、发电机和主控制系统进行联机功能测试	3.5.1 风电机组变频器专用软件的使用方法 3.5.2 风电机组变频器的工作原理 3.5.3 风力发电机变桨控制的工作原理
	3.8 运维工装设计与部件维修	3.8.1 能完成机械零部件的测绘 3.8.2 能完成工装的设计 3.8.3 能使用绘图软件绘制工装或者零件的机械图 3.8.4 能诊断零部件的缺陷 3.8.5 能审查机械部件的维修方案	3.8.1 零部件更换工艺控制方法 3.8.2 零件的测绘和加工方法 3.8.3 基本机械设计的软件使用 3.8.4 机械设计原理 3.8.5 机械零部件维修的基本工具使用 3.8.6 机械零部件的诊断方法 3.8.7 机械零部件维修方法
4. 风电机组大部件更换	4.1 大部件拆装	4.1.1 能根据需要审核并改进更换方案和规程 4.1.2 能指导完成风电机组大部件包括但不限于发电机、齿轮箱、主轴、偏航环/偏航轴承的更换 4.1.3 能对疑难大部件（如倒塔、烧毁机组大部件）的更换工作制定安全拆卸方案。	4.1.1 风电机组结构组成和装配工艺 4.1.2 起重操作风险管控方法
5. 风电机组状态检测与分析	5.3 数据分析	5.3.1 能对风电机组运行数据进行深度分析	5.3.1 基本数据分析工具的使用 5.3.2 数据多维度分析的基本方法
6. 运维工作总结	6.3 工作质量检查	6.3.1 能对检查结果进行分析并给出合理改进建议	6.3.1 工作质量的要求
7. 运维工作管理	7.1 技术管理	7.1.1 ★能进行技术支持工作 7.1.2 ★能针对运维的问题，组织开展技术攻关 7.1.3 能对现场生产中的疑难杂症和重大缺陷进行分析 7.1.4 能对技术文件进行审核 7.1.5 能进行技术总结、技术论文的撰写	7.1.1 技术攻关相关知识和方法 7.1.2 技术支持的制度、方法 7.1.3 作业指导书的编写方法和审核标准 7.1.4 国内国外风力发电运维先进技术动态 7.1.5 技术总结的内容和写作方法 7.1.6 技术论文的内容和撰写规范
	7.2 生产管理	7.2.1 ★能协调组织有关人员协同工作 7.2.2 能编写阶段性生产分析报告	7.2.1 风力发电现场管理知识和制度 7.2.2 精益管理的相关知识

职业功能	工作内容	技能要求（二级运维师/技师）	相关知识
		7.2.3 能进行成本核算和定额管理	7.2.3 成本核算和定额管理
	7.3 质量管理	7.3.1 能在本职工作中严格贯彻质量标准 7.3.2 能用全面质量管理的方法贯彻质量方针 7.3.3 能分析工作中影响质量的因素，控制工程过程	7.3.1 相关的质量标准 7.3.2 全面质量管理知识 7.3.3 国际标准化组织（ISO）质量体系相关知识 7.3.4 分析工作方法
8. 运维工作培训	8.1 理论培训	8.1.1 能对本职业五级、四级、三级进行理论培训 8.1.2 能进行课程设计与开发	8.1.1 课堂演绎与控场技巧 8.1.2 课程设计与开发方法 8.1.3 课程开发工具的使用
	8.2 操作指导	8.2.1 能指导本职业五级、四级、三级进行实际操作 8.2.2 能设计和开发教学用具	8.2.1 培训教学的基本方法 8.2.2 机械设计的和图纸绘制知识

7.6 一级运维师/高级技师

表 5 确定了一级运维师/高级技师的工作内容以及应掌握的技能要求和相关知识。

表 5 一级运维师/高级技师工作内容及技能要求

职业功能	工作内容	技能要求（一级运维师/高级技师）	相关知识
1. 风电机组运维工作准备	1.1 运维方案准备	1.1.1 能对运维方案的科学性和合理性进行评价（包括质量、效率、成本、效果等）	1.1.1 价值工程的相关知识
	1.3 运维工具准备	1.3.1 能对运维工具进行创新性设计，以提升运维效率和运维质量	1.3.1 机械设计和电气控制设计知识
2. 风电机组定期维护	2.8 工艺流程执行	2.8.1 能对运维工艺流程从安全控制、质量控制、效率、成本等多方面进行审核、控制把关，给出指导建议	2.8.1 风电机组运维成本组成及分布 2.8.2 质量分析的指标和方法设计
3. 风电机组故障诊断与维修	3.1 读懂原理图	3.1.1 能对电气控制逻辑和电气控制硬件提出优化建议	3.1.1 电气设计原理 3.1.2 风电机组载荷设计方面的知识
	3.3 故障分析与判定	3.3.1 能应用新的故障分析方法和技术 3.3.2 ★能总结、分析风电机组故障的根本原因，分布规律，以及改进治理措施 3.3.3 ★能对风电机组的重大、疑难故障开展分析和以及技术攻关	3.3.1 风电机组闭环控制（PID）基本原理 3.3.2 数据分析方法，如概率统计分析

职业功能	工作内容	技能要求（一级运维师/高级技师）	相关知识
		3.3.4 ★能对风电机组的频发故障处理方案进行审核与评估	
	3.4 故障与缺陷消除	3.4.1 ★能对故障处理方案进行评估 3.4.2 ★能对故障案例进行分析总结并提炼成培训教材	3.4.1 方案的分析与评估方法 3.4.2 培训教材的编写方法
	3.5 系统功能启动	3.5.1 能对风电机组测试及调整工艺方案和控制参数提出优化改进建议；	3.5.1 风电机组自动控制原理
	3.8 运维工装设计与部件维修	3.8.1 能对运维工装的设计进行改进和优化 3.8.2 能对风电机组部分机械零件进行反向设计与优化 3.8.3 能对风电机组的部分电气控制元件提出优化改进建议 3.8.4 能对风电机组的部分电气控制逻辑提出优化方案	3.8.1 机械设计原理 3.8.2 电气控制原理
4. 风电机组大部件更换	4.1 大部件拆装	4.1.1 能参与分析大部件损坏的原因并提出相应的报告和改进优化意见	4.1.1 风电机组大型部件的结构和工作原理 4.1.2 失效分析技术和方法
5. 风电机组状态检测与分析	5.3 数据分析	5.3.1 能进行数据分析指标及其算法的设计与阈值标准设计 5.3.2 ★能进行数据指标的评判并设计建议方案	5.3.1 高级数据分析工具的使用 5.3.2 数字化技术应用知识
6. 运维工作总结	6.3 工作质量检查	6.3.1 能设计运维工作质量标准及其算法	6.3.1 质量管理体系的知识
7. 运维工作管理	7.1 技术管理	7.1.1 能对风电机组零部件、风电机组检修工艺提出改进意见 7.1.2 能参与引进、推广、使用新工具，新设备，新技术、新工艺 7.1.3 能总结风电机组运维技术管理方面的技术问题以及成果 7.1.4 能在专业刊物上发表专题论文或在行业会议发表技术演讲	7.1.1 风电机组加工制造新技术，新工艺方面的知识 7.1.2 风电机组电气控制方面的新技术知识 7.1.3 论文撰写方法
	7.2 生产管理	7.2.1 能针对生产管理制度提出优化意见	7.2.1 生产管理方面的知识

职业功能	工作内容	技能要求（一级运维师/高级技师）	相关知识
	7.3 质量管理	7.3.1 能参与编制和设计检修质量标准并提出质量目标	7.3.1 风电机组运维质量管理知识 7.3.2 风力发电行业同期发展现状的知识
8. 运维工作培训	8.1 理论培训	8.1.1 能规划和设计本职业培训课程体系 8.1.2 ★能对本职业培训教材进行评审与优化 8.1.3 ★能独立编制专题培训教材	8.1.1 风电机组运维职业能力水平设计方面的知识 8.1.2 课程编制与开发知识
	8.2 操作指导	8.2.1★能设计和规划实际操作的课程 8.2.2 ★能对实际操作教具给出优化建议并把关	8.2.1 实际运维操作课程的设计的知识

8 权重表

8.1 理论知识权重表

表 6 给出了理论知识评价的权重值。

表 6 理论知识权重表（%）

项 目		技能等级					
		五级运维师 /初级	四级运维师 /中级	三级运维师 /高级	二级运维师 /技师	一级运维师 /高级技师	
基本要求	职业道德	5	5	5	5	5	
	基础知识	30	25	20	15	10	
相关知识要求	1. 风电机组运维工作准备	1.1 运维方案准备	1	1	1	1	1
		1.2 工作许可取得	1	1	—	—	—
		1.3 运维工具准备	1	1	1	1	1
		1.4 运维物料准备	1	1	1	—	—
		1.5 人员的准备	1	—	—	—	—
		1.6 运维安全准备	2	1	1	—	—
		1.7 个人劳保准备	2	1	—	—	—
	2. 风电机组定期维护	2.1 螺栓连接检查	4	2	1	—	—
		2.2 润滑操作	4	2	1	—	—
		2.3 设备清洁	4	2	—	—	—
		2.4 功能测试	2	4	6	—	—
		2.5 易耗品更换	4	3	1	—	—
		2.6 感观检查	4	2	1	—	—
	2.7 传动链对中操作	4	2	1	—	—	
	2.8 工艺流程执行	2	4	4	1	1	

项 目		技能等级				
		五级运维师 /初级	四级运维师 /中级	三级运维师 /高级	二级运维师 /技师	一级运维师 /高级技师
3. 风电机 组故障诊 断与维修	3.1 读懂原理图	3	4	3	4	3
	3.2 故障信息处理	2	4	2	—	—
	3.3 故障分析与判定	2	6	8	10	6
	3.4 故障与缺陷消除	2	6	8	10	6
	3.5 系统功能启动	2	5	3	1	1
	3.6 机械零部件拆卸	2	3	—	—	—
	3.7 机械零部件装配	2	3	—	—	—
	3.8 运维工装设计与部件 维修	—	—	6	10	8
4. 风电机 组大部件 更换	4.1 大部件拆装	2	1	1	1	1
	4.2 大部件吊运	2	3	5	—	—
5. 风电机 组状态检 测与分析	5.1 巡检	5	5	—	—	—
	5.2 仪器检查	—	—	3	—	—
	5.3 数据分析	—	—	3	6	8
6. 运维工 作总结	6.1 工作记录填写	2	1	—	—	—
	6.2 工作许可终结	2	—	—	—	—
	6.3 工作质量检查	—	1	1	5	6
	6.4 工作材料归档	—	1	1	—	—
7. 运维工 作管理	7.1 技术管理	—	—	3	6	9
	7.2 生产管理	—	—	3	6	9
	7.3 质量管理	—	—	—	6	9
8. 运维工 作培训	8.1 理论培训	—	—	3	6	8
	8.2 操作指导	—	—	3	6	8
合计		100	100	100	100	100
注 1：表格中数字代表该项目在该级别考核时的理论知识考察比重。						
注 2：表格中符号“—”代表该项目在该级别考核时不考察。						

8.2 技能要求权重表

表 7 给出了理论知识评价的权重值。

表 7 技能要求权重表 (%)

项 目			技能等级				
			五级运维师 /初级	四级运维师 /中级	三级运维师 /高级	二级运维师 /技师	一级运维师 /高级技师
技能要求	1. 风电机 组运维工 作准备	1.1 运维方案准备	1	1	1	1	1
		1.2 工作许可取得	1	1	—	—	—
		1.3 运维工具准备	1	1	1	1	1
		1.4 运维物料准备	1	1	1	—	—
		1.5 人员的准备	1	—	—	—	—
		1.6 运维安全准备	2	2	2	—	—
		1.7 个人劳保准备	2	1	—	—	—
	2. 风电机 组定期维 护	2.1 螺栓连接检查	5	3	1	—	—
		2.2 润滑操作	5	3	1	—	—
		2.3 设备清洁	5	2	—	—	—
		2.4 功能测试	3	4	5	—	—
		2.5 易耗品更换	5	3	1	—	—
		2.6 感观检查	5	2	1	—	—
		2.7 传动链对中操作	5	2	1	—	—
		2.8 工艺流程执行	2	4	6	8	10
	3. 风电机 组故障诊 断与维修	3.1 读懂原理图	6	9	10	11	7
		3.2 故障信息处理	4	7	5	—	—
		3.3 故障分析与判定	5	7	12	12	6
		3.4 故障与缺陷消除	5	7	8	8	6
		3.5 系统功能启动	4	7	9	10	1
		3.6 机械零部件拆卸	6	7	—	—	—
		3.7 机械零部件装配	6	8	—	—	—
		3.8 运维工装设计与部件维修	—	—	5	10	10
	4. 风电机 组大部件 更换	4.1 大部件拆装	5	5	5	5	5
		4.2 大部件吊运	5	5	5	—	—
	5. 风电机 组状态检 测与分析	5.1 巡检	6	5	—	—	—
		5.2 仪器检查	—	—	3	—	—
		5.3 数据分析	—	—	3	5	9
6. 运维工 作总结	6.1 工作记录填写	2	1	—	—	—	
	6.2 工作许可终结	2	—	—	—	—	
	6.3 工作质量检查	—	1	1	4	8	

项 目			技能等级				
			五级运维师 /初级	四级运维师 /中级	三级运维师 /高级	二级运维师 /技师	一级运维师 /高级技师
		6.4 工作材料归档	—	1	1	—	—
7. 运维工 作管理		7.1 技术管理	—	—	3	5	8
		7.2 生产管理	—	—	3	5	5
		7.3 质量管理	—	—	—	5	5
8. 运维工 作培训		8.1 理论培训	—	—	3	5	10
		8.2 操作指导	—	—	3	5	8
合计			100	100	100	100	100
注 1：表格中数字代表该项目在该级别考核时的技能操作考察比重。							
注 2：表格中符号“—”代表该项目在该级别考核时不考察							